

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PCT/RO 00/11
09/744645
REC'D 19 JUN 2000
WIPO PCT

ROMANIA

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI

NR.26937/20.12.1999

#5
PD
11/21/01

RO 00/00011

CERTIFICAT DE PRIORITATE

Nr.37/20.12.1999

EJU

Certificăm că descrierea anexată este copia identică a descrierii
invenției cu titlul:

"METODA DE REGLARE A PUTERII UNEI MASINI DE RELUCTANTA CU
DOUA FAZE CU COMUTATIE ELECTRONICA"

pentru care s-a constituit depozitul reglementar al cererii de
brevet de invenție la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci,
la data de ...26.05.1999..... sub nr. .99-00602.....
de către LUNGU IANCU, București, RO



DIRECTOR GENERAL

45

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENTII SI MARCI	
Cerere de brevet de inven	
Nr.	99 - 00602
Data depozit	26.05.99

Metoda de reglare a puterii unei masini de reluctanta cu doua faze cu comutatie electronica.

Inventia se refera la masini de reluctanta cu doua faze (motoare sau generatoare numite si masini S.R.(Switched Reluctance.), care au un circuit magnetic deosebit, ca de ex. cel cunoscut din cererile de brevet international WO 96/09683 si WO 98/23024

Fig.1 arata in forma comprimata pentru intelegere mai usoara (circuitul magnetic si schema) unui motor functional in pofida simplitatii sale, cunoscut din stadiul tehnicii.

Fiecare din cele opt infasurari principale (112) si secundare (113) ale acestuia este reprezentata ca o inductanta desenata pe jugul magnetic 11.

Conductoarele curentului principal (vezi "Definitii") sunt trasate cu linie groasa.

Cea mai simpla schema (v. Fig.1) a unui motor SR nereglat in sensul inventiei, cunoscuta din stadiul tehnicii, lucreaza cu un senzor Hall 31 cu doua iesiri complementare "Flip-flop" cu colector deschis 312, 313 drept comanda de faze, care a fost schitat realistic in apropierea rotorului.

Portile comutatorilor de putere 21X, 21Y care primesc de ex. tensiune printr-o rezistenta de polarizare "pull-up" 35, vor fi alternativ scurcircuitate la minus (masa) de catre iesirile 312, 313 ale senzorului Hall, astfel incat prin aceasta curentul principal se intrerupe.

La un motor fara reglare de ex., la unghiul electric 0° , v. Fig.3 faza X primeste curent, iar la unghiul 180° acest curent principal se intrerupe; in acelasi timp faza Y primeste curent pana la unghiul $360^\circ (= 0^\circ)$ unde se incheie un ciclu electric.

Mentinerea punctelor de comutatie electrica (schimbarea fazelor) care corespund miscarii dinte cu dinte a rotorului este importanta, pentru ca polii rotorici 121 care tocmai vin in apropierea polilor statorici 111 sa fie atrasi cu efect util v Fig.1, Faza X.

DEFINITII

Pentru simplitate va fi folosita in cursul descrierii expresia "comutatori de putere" pentru a desemna elemente semiconductoare ca tranzistoare Mosfet sau IGBT, care conduc curentul de la sursa la infasurari si sunt comutatori statici de putere.

Prin curent principal se intelege in sensul inventiei curentul care circula de la sursa printr-un comutator de putere in infasurari.

Durata de circulatie a curentului principal este la plina sarcina (regim Flip-Flop al comutatorilor), egala cu durata fazei T si are, vazut ca unghi electric 180° .

Comutatia fazelor se face cu ajutorul unui traductor de pozitie a rotorului 32, care se roteste in fata unui sau a mai multor senzori 31 (Hall) de pozitie.

Fig.2 arata in forma simplificata dispunerea catorva elemente esentiale ale inventiei si formele de semnal de comanda care sunt descrise mai departe.

Prin "Comanda fazelor" v. Fig.2 se intelege acea parte a schemei care comanda comutarea fazelor in modul "Flip-Flop".

Acesta trebuie sa se intample in pozitiiile rotorului in care randamentul transformarii energie electrica/energie mecanica, este optim pentru parametri de regim prescrisi.

Cu toate ca se poate obtine o reglare de putere limitata si prin decalarea schimbarii fazelor, in sensul inventiei se intelege prin aceasta o reducere a timpilor de conductie a curentului principal prin impulsuri de poarta mai scurte, deci de reglarea puterii apartin acele parti ale circuitului care transforma semnalele de pozitie ale rotorului in semnale dreptunghiulare de comanda ale portilor, care sunt mai scurte decit durata fazei, ca in Fig. 2 dreapta.

Diode de "by-pass" se numesc diodele care conduc tensiunea de selfinductie U_a , care apare intre comutatoarele de putere si infasurari la intreruperea curentului principal (energia de demagnetizare, resp. curentul de by-pass), I_b la faza urmatoare.

"Unghiul de faza w " (electric = 180° , mecanic = 180° :numarul de poli ai rotorului), este unghiul rotorului dintre doua schimbari de faza, adica dintre doua comutari ale comenzii fazelor (senzor Hall)

"Dinte la dinte" sau "Aligned position" este pozitia relativa rotor-stator in care se roteste rotorul 2, cand printr-o faza trece curent in mod continuu (reluctanta minima)

Sarcina inventiei prezentate mai jos este de a oferi posibilitati de reglare a puterii masinilor S.R. fara electronica suplimentara si costisitoare de putere.

Aici trebuie tinut seama ca randamentul masinii sa ramana cat se poate de ridicat. Asta inseamna ca, atat recuperarea energiei de demagnetizare trebuie sa se realizeze cat mai eficient si ca pierderile in electronica de putere sa fie minimizate.

Solutia problemei este conforma celor cuprinse in revendicarea principala.

Scheme simple si exemple stau la dispozitia specialistului, astfel ca el le poate combina la formarea unei variante corespunzatoare, pentru atingerea unui tel concret in sensul inventiei.

Prin "Reglare de putere" a unei masini SR, in special a unui motor se intelege in sensul inventiei reducerea curentului principal prin blocarea scurta si in momente determinate a comutatorilor de putere pe parcursul unei faze (a unui unghi de faza), adica micșorarea unghiului curentului la mai puțin de 180° , deoarece durata relativa de conductie a comutatorului de putere se scurteaza.

Acest lucru inseamna ca cei doi comutatori de putere nu mai lucreaza in contratimp (flip-flop) in scopul reglării.

Fig.3 arata semnalele de comanda relevante ale motorului ca semnale dreptunghiulare (de tensiune).

Curbele corespunzatoare ale curentului principal I_p (linie groasa) respectiv ale curentului de by-pass I_b (linie-punctata) sunt reprezentate suprapus.

Formele impulsurilor in modul de reglare sunt aratate in partea dreapta (incepind de la 360°), cele in modul fara reglare sunt plasate in partea stanga, ($0-180^\circ$).

Pe baza unor circuite magnetice deosebite, cunoscute din stadiul tehnicii, care permit o recuperare foarte simpla si eficienta a energiei de demagnetizare a unei faze tocmai intrerupte, trebuia pana acum sa se conecteze imediat cea de a doua faza a motorului, in momentul intreruperii primeia (modul flip-flop).

Deci se executa o "inlantuire" a fazelor cu ajutorul curentului de by-pass.

Pentru a realiza o reglare a puterii se preconiza intreruperea curentului inainte de sfarsitul fazei. Trecerea curentului in faza tocmai deconectata trebuia mentinuta pana la sfirsitul duratei fazei, prin recuperarea tensiunii de selfinductie U_a cu ajutorul altor doua tranzistoare suplimentare de putere 211; vezi WO96/09683, pag. 8-9 Fig. 6e.

Aceste tranzistoare de putere 211 erau necesare chiar in cazul unei reglari prin cunoscuta modulare in latime a impulsului.

Daca s-ar fi renuntat la recuperarea tensiunii de selfinductie prin tranzistoarele 211, aceasta ar fi dus la o trimitere inutila a curentului de by-pass in cealalta faza intr-un moment nepotrivit, cu efecte grave asupra randamentului.

Fara o complicare suplimentara a electronicii de putere, nu era deci posibil sa se obtina o reglare a puterii bazata pe reducerea duratei de conductie a comutatorilor de putere 21.

O solutie mai simpla este posibila in sensul acestei inventii, chiar cand tranzistoarele 211 de "fly-back" (reconductie), al caror scop ar fi fost de a conduce energia de demagnetizare la inchiderea unui tranzistor 21X catre faza (X) din care aceasta provenea (v. WO 96/09683, Fig. 6e), nu exista, se realizeaza dupa cum urmeaza:

Dupa pornirea motorului, care se realizeaza intotdeauna in mod flip-flop, (Fig. 3, stanga) de functionare a comutatoarelor de putere, curentul principal poate fi intirziat prin mentinerea in stare blocata a comutatoarelor de putere 21X, 21Y dupa schimbarea fazei, cu o durata t fixa sau variabila (v. Fig 3, dreapta), durata care in functie de turatia motorului, corespunde unui unghi electric v .

Curentul principal al fazei X nu mai incepe la 360° , ci intarziat la $360+v^\circ$, iar cel al fazei Y la $540+v^\circ$.

Blocarea comutatorilor de putere intervine ca mai inainte tot la $n \times 180^\circ$.

Aceasta inseamna ca aparitia tensiunii de selfinductie U_a (a curentului I_b) se produce la $n \times 180^\circ$, adica la o pozitie relativa a dintilor rotor-stator 111-121 in care ei se pot atrage cu efect util. (v. Fig. 1, faza X).

Energia de demagnetizare, (curentul de by-pass, I_b desfasurare, v. Fig. 3, linie punctata) poate fi deci condusa la faza urmatoare, cu actiune efectiva, prin dioda de by-pass 22 (drept curent de remagnetizare insotit de moment motor), chiar atunci cand curentul principal nu a fost inca conectat.

Cand incepe sa circule curentul principal I_p , intarziat cu timpul t (resp. cu unghiul electric al rotorului v), cresterea lui va fi mai rapida, pentru ca magnetul U 10 corespunzator este deja premagnetizat de catre curentul de by-pass.

Aceasta inseamna ca o blocare scurta, bine aleasa a comutatorului de putere 21X al fazei X de ex. poate fi utilizata pentru premagnetizarea potrivita a fazei Y prin dioda 22X, pe baza "inlantuirii" fazelor prin curentul de by-pass.

Prin comanda acestor schimbari de faza se obtine de ex. inafara reglarii de putere, o anumita alura a curentului prin faze, care este utila pentru un randament optim sau si pentru reducerea zgomotului.

Avand in vedere cele descrise in aceasta inventie si in special ca scurtarea duratei de conductie a curentului principal se realizeaza la inceputul fazei si nu la sfarsitul ei ca in stadiul tehnicii, aceasta permite nu numai simplificarea electronicii necesare, dar si o reglare in limite mai largi. Intarzierea variabila t , a conductiei comutatorului de putere 21 se poate realiza pe cale electronica, sau prin deplasarea mecanica a unui al doilea senzor Hall 31a.

Electronic aceasta se poate realiza cu un bloc de temporizare declansat de schimbarea fazelor si care mentine portile comutatoarelor de putere 21 la potentialul minus pe o perioada t dupa schimbarea fazei. (v. Fig.3)

Intarzierea se poate realiza parametric, deci de ex. printr-un circuit care compara o valoare de referinta cu o valoare momentana si o corecteaza corespunzator pe ultima, pentru a mentine constanta o marime ceruta, ca de ex. turatia sau momentul motor.

La cresterea turatiei, intarzierea t ar trebui sa creasca, pentru ca prin aceasta curentul principal sa se reduca, pana cand turatia scade la valoarea reglata.

Daca intarzierea t este constanta, se realizeaza o oarecare limitare a turatiei, dar imprecisa. Daca turatia creste, durata relativa de conectare (aportul de putere) a motorului scade pana cand se ajunge la o limitare a turatiei.

Aceasta se intampla pentru ca, la cresterea turatiei durata unei faze T scade, in timp ce intarzierea la conectare t ramane constanta, astfel incat durata relativa de conectare $= T-t$ scade.

Raportul unghi de curent principal/unghi de faza se micsoreaza.

O reglare simpla de putere la care acest raport ramane constant se realizeaza prin utilizarea unui al doilea senzor (Hall) 31 de pozitie a rotorului decalat in faza si cu iesiri digitale tip colector deschis, 312, 313 (v. Fig.4)

Prin aceasta poarta comutatorului de putere 21 poate fi adusa la potentialul de saturatie "high", de catre primul senzor (31), si in scurtcircuit la masa "low" de catre al doilea (31a), (iesirile lor fiind legate in paralel).

In jumatatea inferioara a Fig.4 sunt indicate pe planul a semnalele unei iesiri 312 a senzorului Hall activ 31 (= semnale de comanda ale portii Gx cand intrerupatorul 314 este deschis, 315

inchis), resp. pe planul b cele ale senzorului Hall 31a (intrerupatorul 315 este deschis, 314 inchis).

Pe planul c este reprezentat semnalul "X Gate" rezultat (pentru putere redusa) cand cei doi intrerupatori sunt inchisi.

Latimea impulsului "high" al fazei "Y" este identic, dar decalat electric cu 180° .

Daca semnalele celor doi senzori sunt decalate cu unghiul v , atunci unghiul in timpul caruia poarta comutatorului sta la nivelul "high" (= unghiul curentului principal) este $w-v$ (unghiul de faza - defazarea senzorilor Hall).

Pentru motorul unei scule electrice acest sistem de reglare poate fi avantajos in anumite circumstante.

La sculele obisnuite de mana de pe piata, cresterea turatiei se face prin apasarea mai departe a butonului integrat in maner, aproape de motor si care, in acest caz contine un potentiometru.

Un asemenea intrerupator poate deasemenea actiona de ex. printr-o parghie, miscarea unui senzor Hall, astfel incat functionarea reglajului de putere al sculei se poate descrie astfel:

(v. Fig 5)

- Conform sensului de rotatie dorit, cu ajutorul unei parghii bistabile 36 se prestabileste pozitia senzorului de pornire 31a fata de magnetul sesizor de pozitie 32 cu puncte de comutatie in primul cadran al unghiului de faza, la stanga sau la dreapta pozitiei neutre "dinte la dinte".

- La inceputul cursei parghiei 37, senzorul Hall de pornire 31a de ex. ca in Fig.3 este activat si motorul porneste in sensul prestabilit.

- Dupa atingerea turatiei limita inferioare este activat un al doilea senzor Hall 31, care se afla la decalajul maxim v , astfel incat unghiul curentului principal este mic si motorul lucreaza la turatia (puterea) minima.

Prin apasarea in continuare a butonului 37, este deplasat unul din senzorii Hall 31 ca in Fig.5, astfel incat decalajul v se micsoreaza deci unghiul de curent principal creste si odata cu acesta puterea motorului.

Daca decalajul celor doi senzori Hall 31 este identic, motorul lucreaza la putere maxima. (unghiurile de curent si de faza sunt egale; regim flip-flop)

Pentru anumite utilizari (de ex aspirator de praf) senzorul Hall mobil 31 poate fi actionat dependent de marimea de iesire a instalatiei antrenate (depresiune, debit, temperatura curent, vibratie) pentru presiune de ex. cu ajutorul unui cilindru cu piston cu arc 38, ceea ce permite solutii globale de reglare deosebit de ieftine. (v. Fig.6)

La motorul unui automobil, care este prevazut de ex. cu un demaror conf. WO 98/23024 vibratiile motorului Otto pot fi amortizate cu ajutorul unui senzor Hall montat pe un suport ce amortizeaza vibratiile de torsiune.

Daca motorul impreuna cu demarorul de reluctanta prezinta vibratii torsionale, intre senzorul Hall montat antivibrator si statorul aflat in vibratie se vor produce miscari relative si acestea pot fi prelucrate in asa fel incat masina de reluctanta sa penduleze intre regimul motor - generator, (frana) in sensul reducerii vibratiilor motorului Otto.

Aceste functii pot fi realizate bineinteles si cu mijloace electronice, in locul deplasării mecanice operind defazaje de semnal electric.

La solutiile electronice cu circuite de intarziere este in principiu important ca, sincron cu pozitiile momentane rotor-stator, care sunt cele optime pentru transformarea energiei electrice in energie mecanica, sa fie comandati pentru reglare timpi mai lungi sau mai scurti de curgere a curentului principal, eventual dependenti de un parametru prestabilit, (de ex. turatia).

Pentru comanda masinii trebuie deci obtinut un semnal de pozitie a rotorului care sa corespunda univoc unghiului de rotatie si respectiv sensului.

Acest semnal se poate prelucra cu mijloace electronice cunoscute in asa fel incat sa se obtina din el, semnale de comanda pentru comutatoarele de putere 21 in mod flip-flop (plina sarcina), sau in modul de reglare.

Pentru aceasta nu este important ce fel de senzori de pozitie se utilizeaza; in cursul descrierii sunt mentionati intotdeauna senzori Hall 31 (analogici, digitali, diferentiali sau programabili) pentru simplitate.

Cu ajutorul unui senzor Hall diferential, resp. programabil se pot sesiza direct dintii rotorului, astfel incat se poate obtine un semnal de comutare a fazei si fara ajutorul unui manget generator de semnal 32.

Pozitia rotorului poate fi determinata in sensul inventiei si fara ajutorul vreunui senzor, prin detectarea electronica a reluctantei, care depinde de faza rotorului, dupa cum se cunoaste din stadiul tehnicii.

Dupa cum arata Fig.3, unde sunt date spre comparatie semnalul unui motor nereglat in functionare flip-flop si semnalul dinte de ferastrau sau sinusoidal al unui senzor de pozitie a rotorului, se pot obtine din aceste semnale nu numai semnale de comanda a fazei ci si alte semnale de comanda.

Pentru aceasta se pot utiliza mijloace electronice simple ca triggerul Schmidt.

Un semnal dinte de ferastrau se poate obtine de ex. cu ajutorul unui senzor Hall analog 31c, polarizat cu un magnet permanent 33 si asezat radial in fata unui "disc cu dinti de ferastrau" din material magnetic moale 32a si care se rotește solidar cu rotorul. (Fig. 6)

Prin aceasta se modifica campul magnetic ce influenteaza senzorul Hall (reluctanta sistemului) "in forma de dinti de ferastrau", astfel incat semnalul de iesire al senzorului 31c (=semnalul de intrare al triggerului de comanda a fazelor) are aceasta forma.

Din semnalul dinte de ferastrau se poate obtine cu ajutorul unui comutator cu prag 34 (trigger Schmidt, v. Fig.2 si 3) un semnal (Flip-flop) de comanda a fazelor, daca triggerul comuta la mijlocul perioadei de crestere (nivel U_k) schimbarea fazei (de la X la Y), respectiv la caderea semnalului dupa varful dintelui, U_s comuta la loc (Y la X) v.Fig.3, nivelurile a, la c.

Prin ajustarea tensiunii de prag U_k simetria fazelor poate fi usor influentata, fara ca defazajul la comutarea inversa dupa varful dintelui) sa se schimbe.

Simetria fazelor inseamna ca durata fazelor "high" la ambele iesiri X si Y, deci pe electrozii de comanda ai comutatorilor de putere 21X-21Y sa fie aceeasi fie in mod flip-flop, fie in mod de reglare. Acest lucru este necesar pentru mersul linistit al masinii, curentii din cele doua faze trebuind sa fie pastrati egali.

Daca din motive de proprietati specifice ale elementelor de constructie se intampla ca fazele "high" pe portile comutatorilor 21X, 21Y sa fie diferite ca lungime, este posibil cu schema din Fig. 7 sa se obtina o tensiune U_d (de eroare a simetriei), care sa fie utilizata ca semnal de corectare pentru egalizare.

Cu ajutorul acestei tensiuni U_d se adapteaza tensiunea de prag U_k a triggerului 34, astfel ca sa se ajunga la simetrie.

Tensiunea U_d este diferenta de potential intre doi condensatori C_x, C_y conectati prin rezistentele R_x, R_y la portile G_x, G_y ale comutatorilor de putere, acestia fiind incarcati resp. descarcati alternativ si la care se stabileste un nivel de tensiune corespunzator raportului duratelor inchis/deschis ale fiecarui comutator 21X, 21Y.

Acest semnal de durata de faza poate fi utilizat in modul flip-flop (de ex. la regimul de pornire al masinii) drept semnal analog de turatie.

Aceste posibilitati de influentare a comutarii fazelor pot fi completate cu o varianta dinamica, dependenta de curentul principal, (Fig.8), in special pentru a imbunatati comportarea la pornire a masinii.

Pentru aceasta se introduc de ex. in circuitul magnetic format din magnetii de semnal 32 - senzor 31, o cale de curent (sau mai multe) 322 (v Fig 8), parcursa de curentul principal al unei faze, sau de un curent corespunzator de comanda.

Dupa sensul momentan de curgere si intensitatea curentului, campul magnetic de comanda al senzorului 31 si cu acesta comanda comutarii fazelor poate fi influentata, aparand pe aceasta cale o reactie a curentului principal I_p asupra comutatiei de faza.

Cu aceasta devine posibila o reglare a punctelor de comutatie a fazelor dependenta de sarcina, cu reactie de adaptare.

O astfel deplasare a punctelor de comutatie se poate realiza si cu mijloace electronice (cunoscute din stadiul tehnicii) in limite mai largi, daca acest lucru este necesar pentru optimizarea randamentului, respectiv pentru reglarea motorului.

Pentru aceasta este de ex. favorabil sa se obtina un semnal sinusoidal (Fig.3, planul d) de la un senzor Hall analog, acesta fiind mai usor de prelucrat in scopul decalarii fazelor.

Cele aratate in legatura cu Fig.3, ca si alte mijloace de defazare cunoscute de ex. din stadiul tehnicii pot fi utilizate aici.

Pentru pornirea motorului, comutatie de faza in apropierea pozitiei dinte- interstitiu este optima (v. Fig.1 colturile dintilor de la rotor si stator la faza X) defazarea de la aceasta pozitie trebuie sa creasca cu cresterea turatiei.

Pentru aceasta este de ex. potrivit sa se obtina o defazare mai mare a momentului comutatiei de faza, cu ajutorul unui semnal de turatie (tensiune) ce creste proportional cu frecventa de comutatie, semnal usor de obtinut.

Pentru un randament optim, marimea acestui defazaj trebuie sa fie dependenta de parametri de lucru (turatie, moment).

O posibilitate de a realiza aceasta este ca la o turatie respectiv sarcina (reglata) constanta, decalarea fazelor sa fie modificata pana cand curentul principal I_p sau de by-pass I_b ating un minim.

Ultimul (I_b) este masurabil cu pierderi mici, sau chiar fara, prin tensiunea de selfinductie U_a . Cu un circuit corespunzator, optimizarea randamentului se poate realiza automat.

Daca in locul unui senzor simplu, se utilizeaza un senzor Hall programabil, care are pe acelasi cip si elemente trigger reglabile, este posibil sa se reduca sensibil electronica si ca defazarea semnalelor de iesire sa se realizeze prin programarea senzorului.

Campul magnetic rotitor (actiunea motoare) a masinii rezulta din suprapunerea curentului principal I_p si a celui de by-pass I_b , ce apare intotdeauna la intreruperea curentului celeilalte faze si care strabate concomitent infasurarile secundare ale ambelor faze.

La masini care, asa cum se arata in WO 98/23024 se compun din doua jumatați de masina (montate pe acelasi ax si decalate mecanic cu $w/2$ pentru egalizarea momentului, v. Fig. 1a), exista posibilitatea de reducere a virfurilor tensiunii de selfinductie U_a , daca curentul de by-pass nu este trimis numai la faza complementara, adica de la X la Y ci si la faza celeilalte jumatați de masina.

A doua jumatați de masina are acelasi minus ca si prima si este identica cu ea.

In Fig.1 se arata diodele "22" desenate inclinat si cu linie intrerupta, ca posibile trasee de curent spre infasurarile secundare "113"/ resp. comutatoarele de putere "21", ale celei de a doua masini schitate in Fig. 1a.

Asadar curentul de by-pass I_b al fazei X se ramifica spre fazele Y si Y', sau este condus numai la faza Y' (apartinand celei de a doua masini), cand acest lucru este favorabil pentru randament.

Cu curentul de by-pass I_b al celei de a doua jumatați de masina se procedeaza similar.

Deoarece atat curentul principal cat si cel de by-pass, simtitor mai mic (v. Fig. 3) sunt, in anumite limite interdependenti si acestia se pot regla in asa fel pentru optimizarea functionarii motorului, incat pierderile sa fie minimizate.

Pierderile principale sunt:

a) pierderi ohmice in infasurari si comutatoarele de putere, care sunt dependente mai ales de varfurile de curent, care din acest motiv trebuie evitate.

b) pierderile de comutatie, a caror diminuare cere o reducere a numarului de comutatii.

c) pierderi prin virfurile de tensiune de selfinductie (dependente de varfurile de curent) care sunt absorbite in mod avalansa de catre comutatoarele de putere 21 pe care le pericliteaza.

d) pierderile in fier care depind in mare masura de pierderile a si b.

Pentru a obtine cel mai bun randament posibil, este deci necesar ca, cu cat mai putine cicluri de comutare, sa se realizeze o desfasurare a curentului principal I_p in asa fel incat sa se evite in special valori importante la momentul de deconectare.

Pentru unele stari de functionare este potrivit ca, in anumite circumstante sa se produca o intrerupere suplimentara a curentului I_p , (v. planul e, partea dreapta), daca prin aceasta se evita varfuri pronuntate de curent si rezulta o crestere a randamentului.

Prin aceasta curentul absorbit de motor are o variatie de amplitudine mai mica si pentru eventuala egalizare este necesar un condensator electrolitic mai mic.

Fig. 3, planurile a,b arata o desfasurare tipica a curentului principal la un motor nereglat sau reglat numai prin intarzierea t .

Varfurile de curent I_s de la sfirsitul fazei se pot reduce de ex. prin aceea ca, daca in pozitia t_2 (v. planul a si e) unde curentul principal I_p are o valoare mai scazuta, poarta intrerupatorului 21 se pune la minus (masa) pentru perioada t_3 , ceea ce reduce in special curentul principal spre zona de sfarsit (v. planul e).

Reglajul de putere actioneaza ca turatia sa nu scada si reduce intarzierea t la t_1 , prin care curentul total ramane la valoarea nominala, insa fara virful de curent I_s , ceea ce poate duce la o crestere a randamentului.

Pentru a limita curentul de pornire al motorului se poate intrerupe curentul principal odata sau de mai multe ori in timpul duratei T a fazelor la atingerea unei valori limita I_v (v. planul e, stinga) pe o perioada de timp t_3 constanta sau variabila parametric, asa cum se vede in Fig. 3, planul e. Intirzierea la inceputul fazei nu exista, ($t=0$)

Reanclansarea curentului principal se poate efectua de ex. atunci cind curentul de by-pass scade sub o valoare prestabilita.

Aceasta limitare a curentului de pornire poate fi folosita drept protectie a motorului si se realizeaza de ex. cu ajutorul unui transistor 42, v. fig. 9.

Aceasta nu constituie o renuntare principala la modul de pornire in flip-flop, intrucit inceputul si sfirsitul fazei sunt predeterminate, si infasurarile jugurilor sint in permanenta strabatute fie de curentul principal sau cel de by-pass.

In special la pornirea motorului nu se pot evita fara procedeul mentionat anterior, valori ridicate ale curentului principal in comutatie. Prin aceasta si varfurile tensiunii de selfinductie Ua iau valori foarte mari, care in pofida curentului de by-pass I_b depasesc tensiunea limita a comutatorilor de putere 21 (Mofset, IGBT)

Energia varfurilor de tensiune inductive sau provenite din exterior "taiate" in mod avalansa (avalanche clamping) pericliteaza insa comutatorii de putere.

Deaceea este mai avantajos ca aceste varfuri sa fie absorbite prin comanda portii si sa fie transformate in caldura prin conductivitatea cipului (active clamping).

Aceasta se poate realiza cu ajutorul circuitului din Fig. 9. unde, prin dioda Zener 40 si prin blocarea tranzistorului 41, poarta primeste un potential pozitiv, (21 conduce), atunci cand tensiunea aplicata comutatorilor de putere 21 se apropie de valoarea de avalansa si depaseste tensiunea Zener.

Dupa cum se vede in Fig. 9 poarta este comandabila prin iesirea pe colector deschis a senzorului 31 (comanda fazelor) si suplimentar printr-un tranzistor serie (41) sau paralel (42). Prin aceasta comanda portii poate fi dupa necesitate decuplata de comanda fazelor, pentru a realiza astfel protectia motorului si functiile principale ca:

- a) pornirea / oprirea
- b) reglarea puterii si turatiei
- c) protectia la supra sau sub tensiune
- d) deconectarea termica de supracurent si de scurtcircuit
- e) protectia contra varfurilor de tensiune inductive, dupa cum s-a aratat
- f) franarea

Tranzistorul 42 preia functiile de protectie si trebuie sa scurtcircuiteze poarta la minus daca se ajunge la una din situatiile aratate la c) sau d).

Din WO 96/09683 este cunoscuta o masina de reluctanta fara stator, cu doua rotoare independente 1 si 2, la care primul, rotorul inductor 1 dupa cum arata Fig. 10 (identic cu un stator rotativ) este alimentat cu curentul I_p prin doua perii 34 resp. inele colectoare.

Rotorul inductor cuprinde pe cadrul 5 comutatoarele de putere 21 si o parte a comenzii fazelor si reglajului de turatie, care fiind mobile nu sunt accesibile din exterior.

Pentru acest tip de instalatii, este necesara o transmitere fara contacte de ex. a semnalului de referinta al turatiei, venit din exterior, care se realizeaza cu ajutorul unui senzor Hall 39 montat in capatul arborelui care se roteste si care este comandat printr-o infasurare 49 fixa de comanda.

Cu ajutorul acestor elemente 39, 49, este de ex. posibil sa se comande baza de timp, care stabileste intarzierea t la conectare a comutatoarelor de putere 21 (reglajul puterii) si se afla pe placa rotitoare 45 a rotorului inductor 1.

Comanda fazelor se roteste cu rotorul inductor.

Atata timp cat intarzierea t este cuplata prin infasurarea de comanda 49 trece curent.

Aceasta comanda senzorul Hall 39, care controleaza reglajul de putere descris mai inainte.

Pentru ca baza de timp este comandata de catre comutarea de faza, deci de caderea abrupta a curentului principal I_p , declansarea acesteia poate sa fie produsa de catre acest fenomen usor de recunoscut cu mijloace electronice, chiar daca ea se afla la exteriorul motorului

Avantajele inventiei constau in simplitatea circuitului (de putere), care permite o constructie ieftina.

REVENDICARI

- 1) Metoda de reglare a puterii pentru masini de reluctanta cu comutatie electronica cu doua faze, cu preluarea directa a energiei de demagnetizare a unei faze deconectate catre faza urmatoare, caracterizata prin aceea ca, conectarea curentului principal I_p se realizeaza cu o intarziere (t) dupa momentul schimbarii fazelor.
- 2) Metoda de reglare a puterii conform revendicarii 1, caracterizata prin aceea ca intre blocarea comutatorului de putere 21X al unei faze (X) si faza de conductie a comutatorului 21Y al fazei urmatoare (Y), tensiunea de selfinductie (U_a), care apare la deconectarea unei fazei (X), la legatura dintre infasurarea principala (112X) si comutatorul de putere (21X) este condusa printr-o dioda de by-pass (22) la o faza (Y, X', Y') care este inca separata de sursa de curent.
- 3) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1 si 2 caracterizata prin aceea ca reglarea si limitarea de turatie se realizeaza printr-o intarziere (t) independenta de turatie
- 4) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1 si 2 caracterizata prin aceea ca, durata de conectare (t) a curentului principal este dependenta de turatie si rezulta din suprapunerea semnalelor complementare de schimbare de faza cu semnale de aceeasi forma, care sunt decalate fata de primele cu un unghi (v) independent de turatie.
- 5) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1, 2 si 4, caracterizata prin aceea ca, durata de conectare a comutatorarelor de putere (21) ai fazelor (X,Y), se regleaza din diferenta de faza a semnalelor de iesire a doi senzori Hall (31, 31a)..
- 6) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1, 2 si 4, caracterizata prin aceea ca, semnalele defazate a doi senzori Hall (31, 31a) digitali rezulta din faptul ca sunt decalabili mecanic.
- 7) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1, 2 si 4, caracterizata prin aceea ca, decalarea mecanica a unui senzor Hall (31) sau defazarea electronica a semnalului acestuia este dependenta de o marime de iesire, ca presiune, debit temperatura curent, amplitudine de vibratie etc, a dispozitivului antrenat.
- 8) Metoda de reglare a puterii conform revendicarii 7, caracterizata prin aceea ca deplasarea senzorului Hall (31) sau defazarea semnalului acestuia schimba modul de lucru al masinii intre functia de motor si cea de generator.
- 9) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca sensul dorit de rotatie se realizeaza prin prepozitionarea unui senzor de pornire (31) si reglarea turatiei, prin defazajul intre senzorul de pornire (31) si un al doilea senzor (31a), defazajul putand fi schimbat prin deplasarea manuala a senzorilor (31, 31a) sau defazajul electronic al semnalelor de iesire.
- 10) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor 1-4, caracterizata prin aceea ca, intarzierea la conectare (t) a curentului principal (I_p) se realizeaza printr-o baza de timp electronica.

11) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca utilizeaza intreruperea curentului principal (I_p) in cursul unei faze, pentru a influenta desfasurarea curentului in aceasta faza si in cea urmatoare.

12) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca, un semnal de pozitie a rotorului in forma de dinte de ferastrau utilizat pentru comanda motorului, se obtine cu ajutorul unui disc profilat (32), care se roteste in fata unui senzor Hall analog (31c), polarizat de catre un magnet permanent (33), formand impreuna cu ultimul, un sistem cu reluctanta variabila, astfel incat semnalul de iesire al senzorului Hall (31c) este in forma de dinti de ferastrau.

13) Metoda de reglare a puterii conform revendicarii 12, caracterizata prin aceea ca, din semnalul in forma de dinti de ferastrau al senzorului Hall (31c) se obtin semnale dreptunghiulare de comanda cu ajutorul unui trigger (34) cu prag variabil (U_k), cu care se compara nivelul semnalelor in forma de dinte de ferastrau.

14) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca utilizeaza o metoda automata de simetrizare a fazelor, la care un semnal (U_d) proportional cu diferenta de durata a celor doua faze serveste la schimbarea pragului de comutare (U_k) al unui trigger (34), care corecteaza latimea fazei.

15) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca reglarea comutarii digitale a fazelor, rezulta din recunoasterea unghiului de faza intr-un semnal analog decalabil dupa necesitate.

16) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca optimizarea comutatiei fazelor (randamentului), se realizeaza prin corectarea automată a curentului principal (I_p) si/sau de by-pass (I_b), ca si a desfasurarii tensiunii de selfinductie (U_a) sau a puterii absorbite de motor spre valori minime.

17) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca functiile de comanda ale masinii se realizeaza cu ajutorul unui senzor Hall programabil (38d).

18) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca functiile de comanda ale masinii se realizeaza cu ajutorul unui senzor Hall diferential, acesta fiind comandat direct de dintii (121) ai rotorului 2.

19) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca, comutarea fazelor se adaptează dependent de un curent ce parcurge infășurările (112, 113), printr-un conductor ce strabate circuitul magnetic de comanda al senzorului Hall (31).

20) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare pentru masini de reluctanta cu doua faze compuse din doua jumatati de masina care de fapt pot functiona independent, decalate unghiular, caracterizata prin aceea ca, curentul de by-pass (I_b) al fazelor unei jumatati, este transmis fazelor celeilalte jumatati de masina.

21) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca, curentul principal (I_p) este intrerupt pentru scurt timp (t_3) intr-un punct convenabil (t_2) din desfasurarea fazei.

22) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca limitarea curentului de pornire se realizează prin intreruperea curentului principal (I_p) cind acesta atinge o valoare limită si restabilirea acestuia se produce după un timp scurt determinat sau cind curentul de by-pass scade la o valoare limită.

23) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca, varfurile inevitabile ale tensiunii accidentale sau de selfinductie (U_a) sunt absorbite prin comanda dependenta de tensiunea (U_a) a conductiei comutatoarelor de putere (21).

24) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare caracterizata prin aceea ca, functiile cele mai importante de reglare si protectie a masinii se realizeaza prin comanda comutatorilor de putere (21), pe ale caror porti (G_x , G_y) se actioneaza dupa necesitate pentru comutatie fazelor, reglarea puterii, pornire si oprire, protectie la supra- sau sub tensiune de alimentare, protectie termica, de suprecurent si de scurtcircuit, ca si pentru protectia contra varfurilor inductive de tensiune (U_a).

25) Metoda de reglare a puterii conform revendicarilor anterioare pentru masini de reluctanta fara stator, cu doua rotoare independente (1, 2), caracterizata prin aceea ca electronica de putere (21, 22) si o parte a celei de comanda ce se afla pe rotorul inductor (1), primesc semnale de comanda fara contact din exterior, cu ajutorul unui senzor Hall (39) montat axial si comandat de catre o infasurare fixa (49).

26) Metoda de reglare a puterii conform revendicarii 26, caracterizata prin aceea ca sincronizarea semnalelor din infasurarea (49), se obtine prin recunoasterea formei curentului si tensiunii in conductoarele de legătură

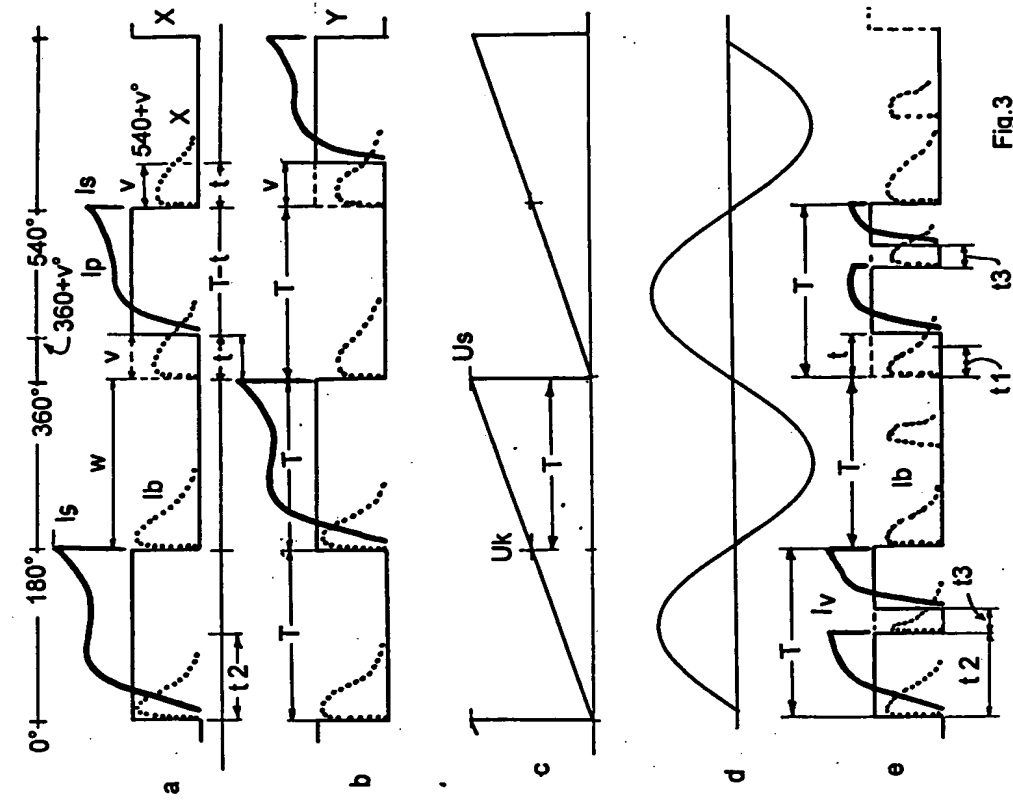


Fig.3

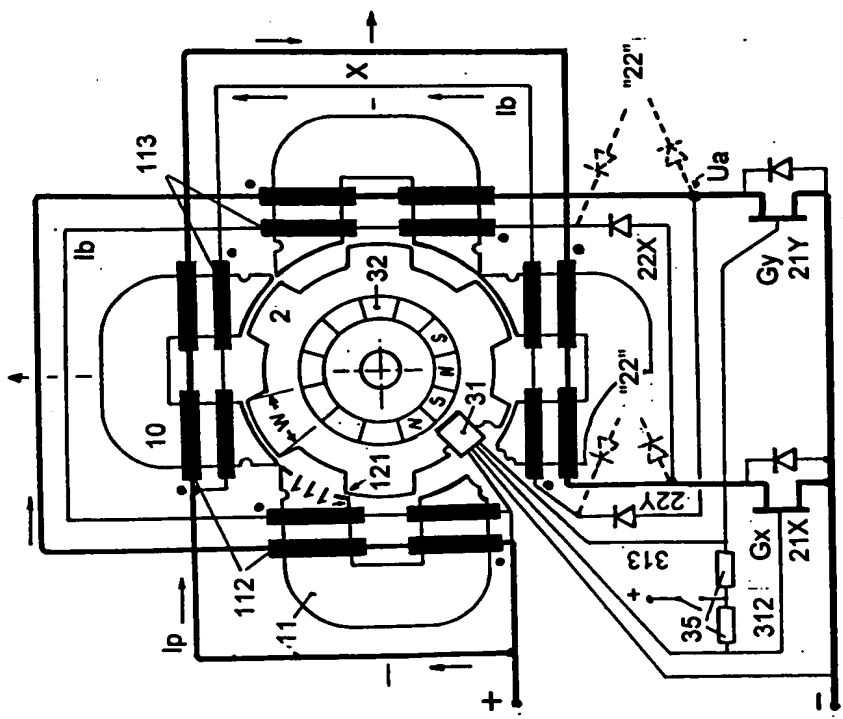


Fig.1

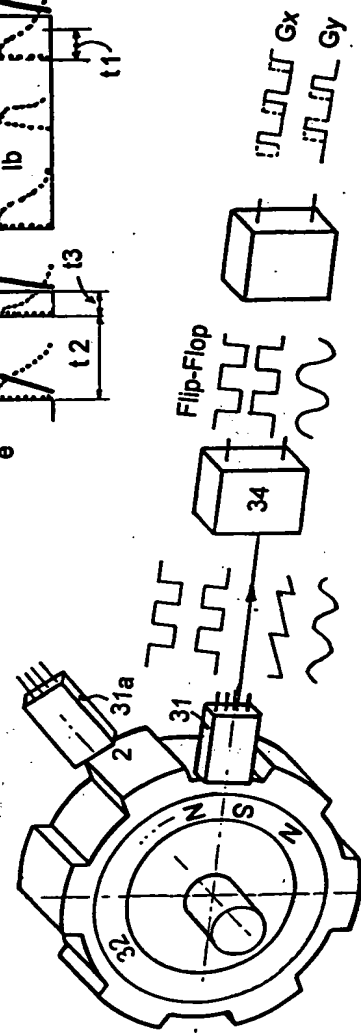


Fig.2

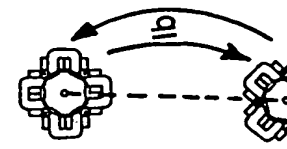


Fig.1a

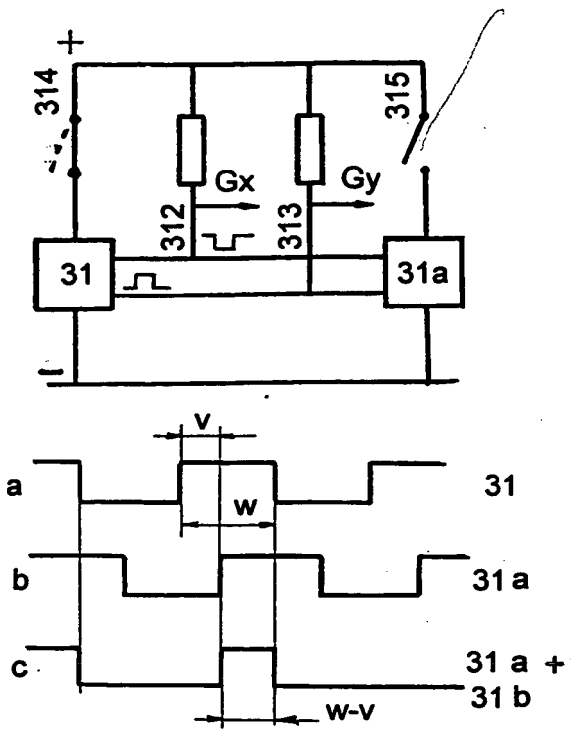


Fig. 4

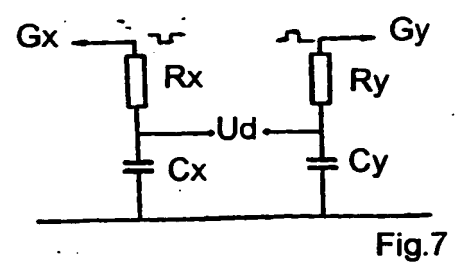


Fig. 7

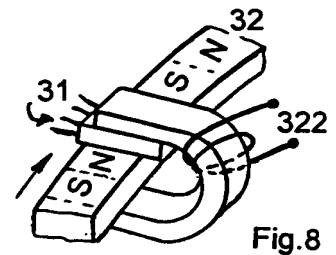


Fig. 8

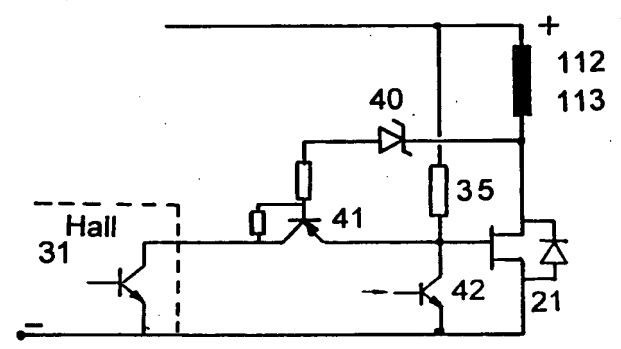


Fig. 9

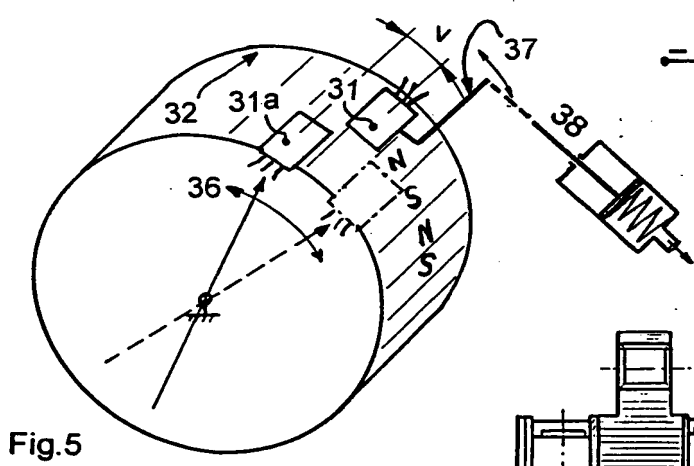


Fig. 5

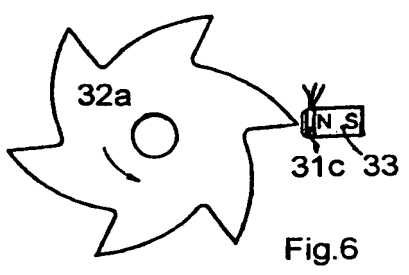


Fig. 6

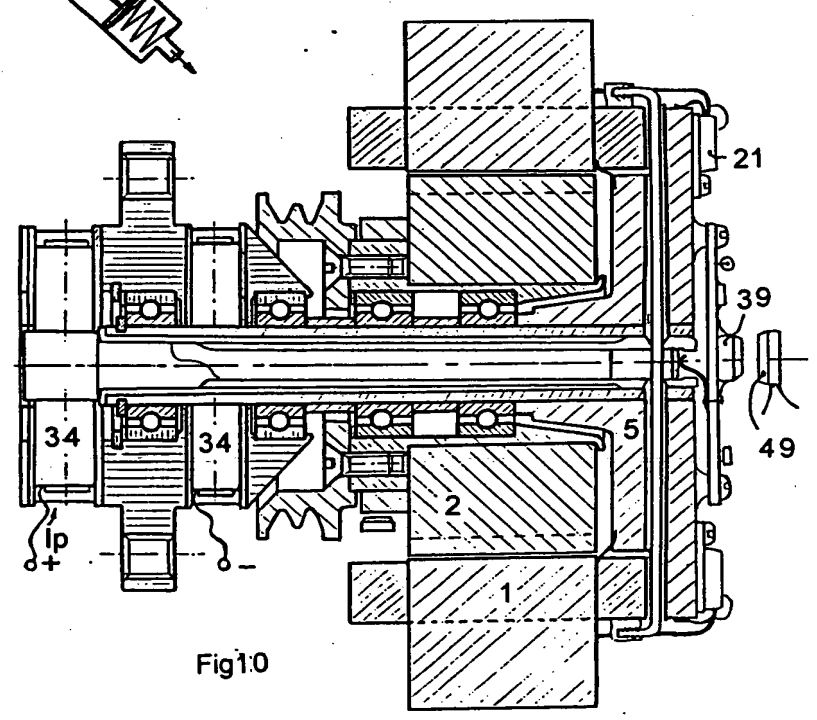


Fig. 10